

Generisches Spurmodell

Version 0.03 (unvollständige Arbeitsvorversion)

Die bisher in der Diskussion ums „Spurmapping“ vorgestellten Modelle, waren nicht universell, d.h. Sie hatten alle in irgend einer Weise Beschränkungen, entweder in Hinblick auf die Erweiterbarkeit oder die hinreichend genaue Wiedergabe der realen Bedingungen, bestenfalls waren sie noch einfach, im Sinne von: gut vom Menschen zu mappen, wobei da nur Mareks Schema („Street area“) zu nennen wäre, was aber prinzipbedingt auch seine Probleme hat, siehe http://wiki.openstreetmap.org/wiki/DE_talk:Street_area. Dabei lassen sich die meisten Probleme lösen und dieses Schema soll es beispielhaft zeigen.

1. Merkmale des Schemas

- Linien- und Flächendarstellung je nach Datenlage frei kombinierbar
- routingtaugliches Flächenmodell (obwohl das ja angeblich nicht geht...)
- Abbildung der Übergangsmöglichkeiten
- erweiterter `access=*` (die Unterscheidung zwischen physischem und rechtlichem Zugang ist eigentlich schon lange überfällig) und Abbiegebeschränkungen fest eingebaut
- Dank der Flächendarstellung, keine Beschränkungen hinsichtlich Erweiterbarkeit oder in der Darstellung von z.B. der ÖPNV-Infrastruktur (wie z.B. Straßenbahngleisen, die auf den Fahrspuren verlaufen) oder bezüglich des Fußgänger- und Radfahrer routings
- einfache Struktur, d.h. gute Maschinentauglichkeit, was aber bezüglich der Tauglichkeit für den Menschen den Mappingaufwand stark erhöht (da muss man sich aber aus meiner Sicht langfristig sowieso zwischen universell und nur mit passenden Werkzeugen bearbeitbar, oder gut menschenmappbar, und dafür in den Darstellungsmöglichkeiten eingeschränkt, entscheiden)
- Einfache Erweiterbarkeit um Relationen für Grenzobjekte bzw. Grenzeigenschaften wie (Fahrbahn-)Markierungen und Barrieren (z.B. den Bordsteinen) zwischen den Flächen (oder, dann aber entsprechend ungenau, auch deren vereinfachter Liniendarstellung)

2. Allgemeine, darstellungsbedingte Probleme

Es gibt grundsätzliche und allgemein gültige Beschränkungen in der Darstellbarkeit von Objekten in OpenStreetMap, diese werden aber trotz mehrfachen Hinweise u.a. durch mich, immer wieder gerne übersehen:

1. Linienstrukturen lassen sich nicht vollständig durch Tags beschreiben

Es ist nun einmal einfach nicht möglich, alle Möglichkeiten des Verlaufes, die man mit einer eingezeichneten Linie hat, irgendwie durch Tags beschreiben zu wollen! Die Leute, die meinen, man könnte Fußwege- und Nachbarspuren durch Tags am Hauptweg beschreiben, sollten also mal anfangen, ihr Schema zu reparieren.

2. Flächen lassen sich nur begrenzt als Linie darstellen

Es ist ebenfalls nicht möglich, alle Merkmale, die man an einem als Fläche dargestellten Objekt einzeichnen könnte, irgendwie mit Linien beschreiben zu wollen. Auch das geht also prinzipbedingt nicht, so dass man am die größte Genauigkeit in der Wiedergabe der Realität nur durch die Darstellung aller Objekt als Fläche erreichen kann.

3. Die Darstellung als zusammenhängende Gesamtfläche erhöht die Auswertekomplexität, wenn die Fläche eh geteilt werden muss

Wenn man für die Auswertung die Fläche eh in Teilflächen zerlegen muss, kann man sie auch gleich in Teilflächen zerlegen und erhöht dadurch die Flexibilität in Bezug auf Erweiterungen (man kann an der neuen Grenzlinie z.B. zusätzlich leicht Barrieren und Markierungen eintragen) und den Aufwand für das manuelle Eintragen, vereinfacht aber gleichzeitig die Auswertung, weil die Flächen immer eindeutig zu verlegen sind und sich die Gesamtfläche aus den Teilflächen zusammensetzen lässt.

Fazit: Man stellt reale Teilflächen am besten so viel wie möglich als Fläche da, da wo es nicht möglich ist, wird ersatzweise die Fläche auf eine Linie vereinfacht. Objekteigenschaften stellt man auf der niedrigst möglichen Objektebene da. Sollte man die Eigenschaft keinem Objekt immer *zweifelsfrei und eindeutig* zuordnen können, stellt man sie als Relation dar.

3. Mögliche Fälle von Übergängen

Da das Schema universell verwendbar sein soll, muss es Übergänge zwischen allen für das Schema relevanten OSM-Objekten darstellend beschreiben können. Das betrifft konkret alle möglichen Übergänge zwischen Spuren die als Linie und Spuren die als Fläche dargestellt wurden.

Übergang von (Zeile)/nach (Spalte)	Weg direkt	Weg indirekt	Fläche
Weg direkt	Fall 1	Fall 2b	Fall 3b
Weg indirekt	Fall 2a	Fall 4	Fall 5b
Fläche	Fall 3a	Fall 5a	Fall 6

Die einzelnen Fälle werden konkret in Abschnitt betrachtet.

Prinzipiell entspricht die Liniendarstellung des Schemas der Variante 5 in Kombination mit Variante 1 gemäß

http://wiki.openstreetmap.org/wiki/WikiProject_Germany/Workshops/Linienb%C3%BCndel.

Soll heißen, die Straße ist immer eine Relation („type=highway“) bestehend aus einer oder mehreren abstrakten Fahrbahnen („type=carriageway“), welche optional, bei reiner Flächen- oder gemischter Linien-Flächen-Darstellung der Spuren, noch jeweils eine Relation für jede Fahrspur („type=lanes“) enthalten.

Das Modell ist universell, d.h. es geht davon aus, dass alle OSM-Objekte verbundene Flächen und Linien sind. Darauf aufsetzend werden dann abstrakte Spuren, Fahrbahnen und Straßen als logische Gebilde aus aneinandergereihten Linien und/oder Flächen gebildet. Das ist notwendig, weil man sonst Konsistenzprobleme mit den an die Straßen angrenzenden Wegen und z.B. landuse=*-Flächen bekommen würde.

4. Die Übergangsrelation

Zentraler Bestandteil meines Schemas ist die Übergangsrelation vom type=crossing. An der Stelle mal vielen Dank an Mareks „Street area“, von dem ich den Hinweis bekommen habe, dass die Übergänge das einzig Wichtige sind. Der Aufbau der Relation ist wie folgt:

Schlüssel=Wert	Erforderlichkeit
<code>type=crossing</code>	erforderlich
<code>crossing=physical/legal</code>	erforderlich
<code>direction=left_to_right/right_to_left/bidirectional_lr/forward/backward/bidirectional_fb</code>	erforderlich
<code>group=<1..n></code>	optional
<code><Transport-Mode nach access=*>=yes/no</code>	optional

Erklärung der Attribute:

type=crossing: Dient der Identifizierung der Relation an sich.

crossing=physical/legal: Gibt an, ob es sich um eine rechtliche oder physische Übergangsangabe handelt. Eine rechtliche kann z.B. durch Gesetze, Schilder oder Markierungen hervorgerufen werden (wobei die rechtliche Ursache, der Allgemeinheit wegen, hier nicht mit erfasst wird), während eine physikalische Übergangsangabe dafür gedacht ist, anzugeben, dass man z.B. auf einem sandigen Waldweg, der auch als Reitweg genutzt wird, zwar z.B. mit einem normalen Tourenrad zwar rein rechtlich fahren darf, aber in dem Tiefsand nicht wirklich möchte. Noch ein Beispiel: Man darf ja auch, rein rechtlich, mit einem Rollstuhl mal versuchen sich auf einem Klettersteig zu begeben... ;)

direction=left_to_right/right_to_left/bidirectional_rl/forward/backward/bidirectional_fb: Gibt die Richtung der erlaubten Querungen des Grenzweges, der von der Rolle „from“ zur Rolle „to“ verläuft, an. „left_to_right“, „right_to_left“ und „bidirectional_lr“ beziehen sich auf die Querung in 90° zum Verlauf des Teilwegabschnitts, während sich „forward“, „backward“ und „bidirectional_fb“ auf den Verlauf in bzw. gegen die Wegrichtung selbst beziehen.

group=<1..n>: Dient zur Angabe der Übergangsgruppe als Ganzzahl. Die Gruppe dient zur Definition von richtungsabhängigen Übergängen, wie sie z.B. an Kreuzungen vorkommen. Die genaue Gruppenlogik wird später noch erklärt.

<Transport-Mode nach access=*>=yes/no: Dient zur Angabe ob der jeweilige Übergang mit der genannten Fortbewegungsart (die kann, über die bekannten Tags wie z.B. „foot=yes“, „bicycle=no“, usw. hinaus prinzipiell beliebig detailliert sein) passiert werden darf (bei „yes“) oder nicht.

Rolle	Erforderlichkeit
from	erforderlich
via	optional
to	erforderlich

Die Rollen beschreiben die Richtung des Verlaufes des Grenzweges entlang des Überganges. Der Weg des Überganges beginnt mit dem Startknoten „from“, geht evtl. über beliebig viele „via“-Knoten, und endet an Zielknoten „to“. Beim Spezialfall eines Ringes („from“ und „to“ am gleichen Knoten) wird der Weg als in Richtung des Uhrzeigersinnes verlaufend angenommen.

Generell ist es besser, die crossing-Relation auch für die Wege zu benutzen, da im Unterschied zur älteren Variante der Querungstags (die wird hier größtenteils noch für die Wege beschrieben) für die Wege, so eine Unterscheidung zwischen rechtlicher und physikalischer Querung möglich ist und außerdem die Auswertung vereinfacht wird, da dieses Schema vermutlich, aufgrund des Aufwandes, eh nicht manuell erstellt werden kann, aber leicht manuell überprüft werden kann.

Frühere Versionen gingen von einer manuellen Erstellung eines Linienschemas aus, das aber prinzipbedingt keine Flächen genau beschreiben kann und so ein Flächenmodell her mußte, von dem eine vereinfachte Linienversion erstellt wird. Bei Verwendung der crossing-Relation werden evtl. Querungstags am Weg, für das mit der Relation definierte Wegstück komplett ignoriert, d.h. als nicht vorhanden betrachtet. *Die crossing-Relation hat somit immer Vorrang vor Querungstags am Weg selbst!* Grundsätzlich sollten die Fortbewegungsarten in den, den jeweiligen Übergang betreffenden, crossing=physical bzw. crossing=legal-Relationen nur einmal vorkommen, andernfalls ist das Ergebnis unbestimmt und QA-Tools sollten das nach Möglichkeit erkennen und hier warnen.

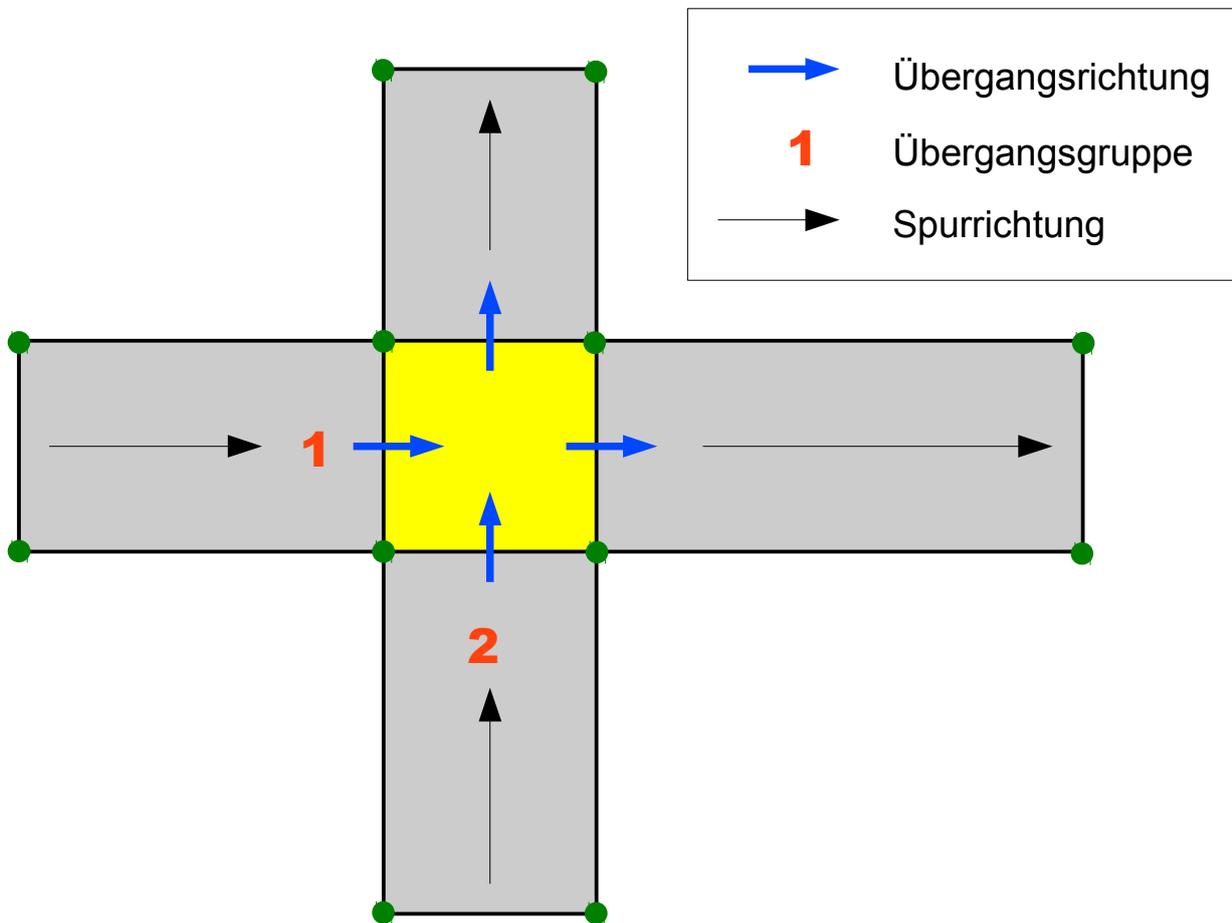
5. Übergangsgruppenlogik

Mit höherer Priorität, vor den jeweiligen Fortbewegungsarten, bestimmt die Übergangsgruppe (group=<1..n>), für alle betreffenden crossing=legal bzw. crossing=physical Übergänge jeweils separat, ob der Übergang überhaupt für eine potentielle Querung in Betracht kommt.

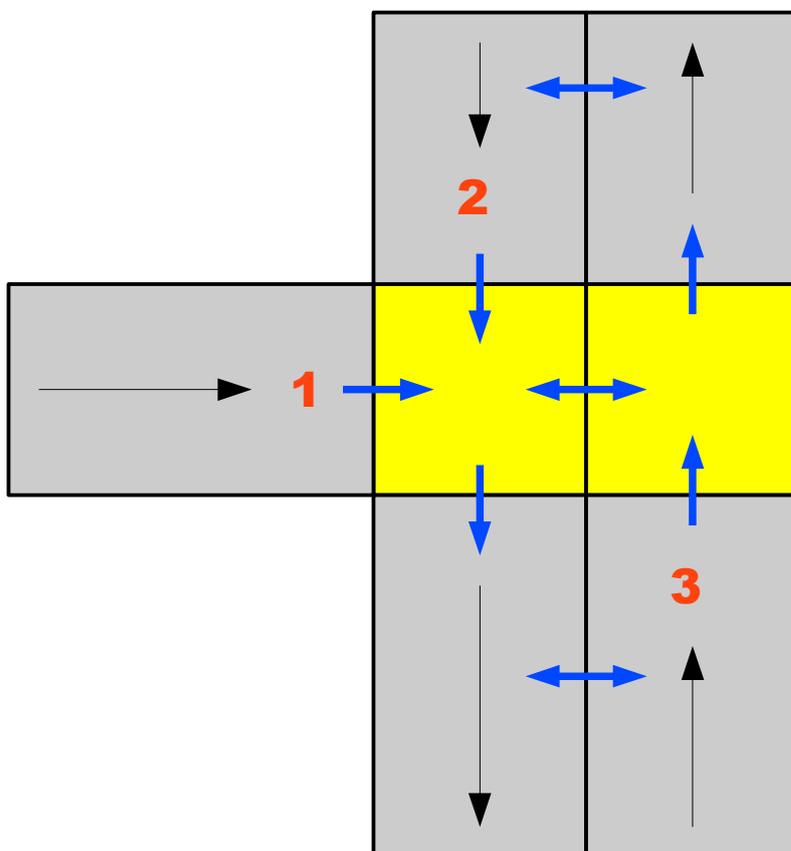
Ob der Übergang gequert werden darf, entscheidet sich nach folgenden Kriterien:

1. Ist die Gruppe der letzten passierten Übergangsrelation nicht definiert, so darf ein Übergang mit beliebig gesetzter Übergangsgruppe immer passiert werden.
2. Ein Übergang mit gesetzter Übergangsgruppe („group=<1..n>“) darf nur passiert werden, wenn die Übergangsgruppe gleich der des zuletzt passierten Überganges ist.
3. Ist die Übergangsgruppe für den betreffenden Übergang nicht definiert, also „group=<1..n>“ nicht definiert, dann darf der Übergang unabhängig von der Gruppe des zuletzt passierten Überganges, immer passiert werden.

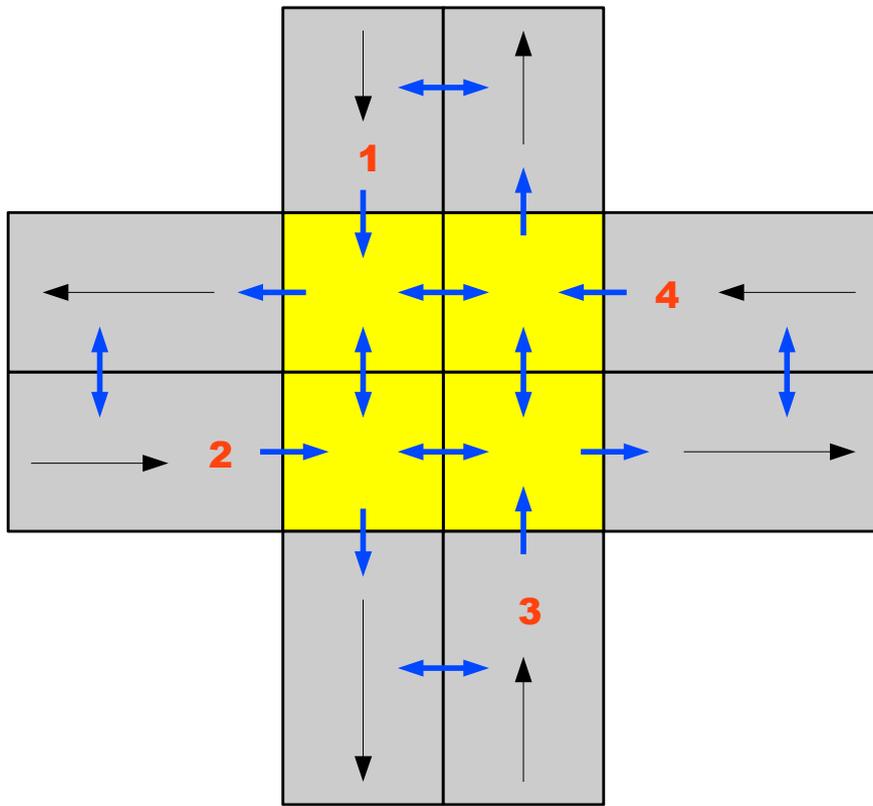
Beispiele zur Übergangsgruppenlogik



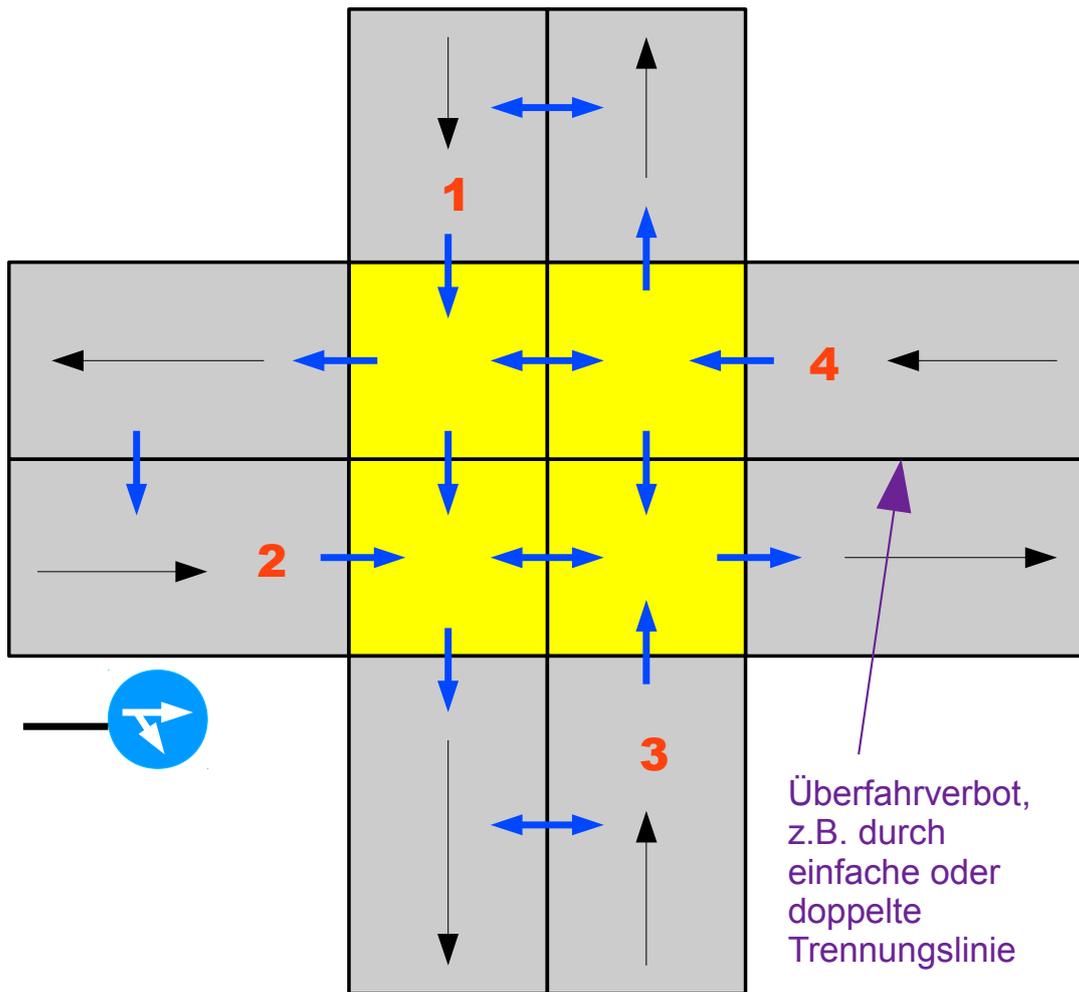
Kreuzung von zwei einfachen Spuren ohne Beschränkungen



Einmündung einer Spur auf eine zweispurige Standardfahrbahn



Standardkreuzung zweier zweispuriger Fahrbahnen ohne Verkehrsbeschränkungen



Standardkreuzung zweier zweispuriger Fahrbahnen mit Beschränkungen

6. Kreuzungserkennung

Eine Kreuzung hat, jeweils für „crossing=legal“ bzw. „crossing=physical“ getrennt betrachtet, immer mindestens drei (z.B. bei einer Einmündung) getrennte, nicht überlappende Übergangswege und kann somit leicht als solche erkannt werden.

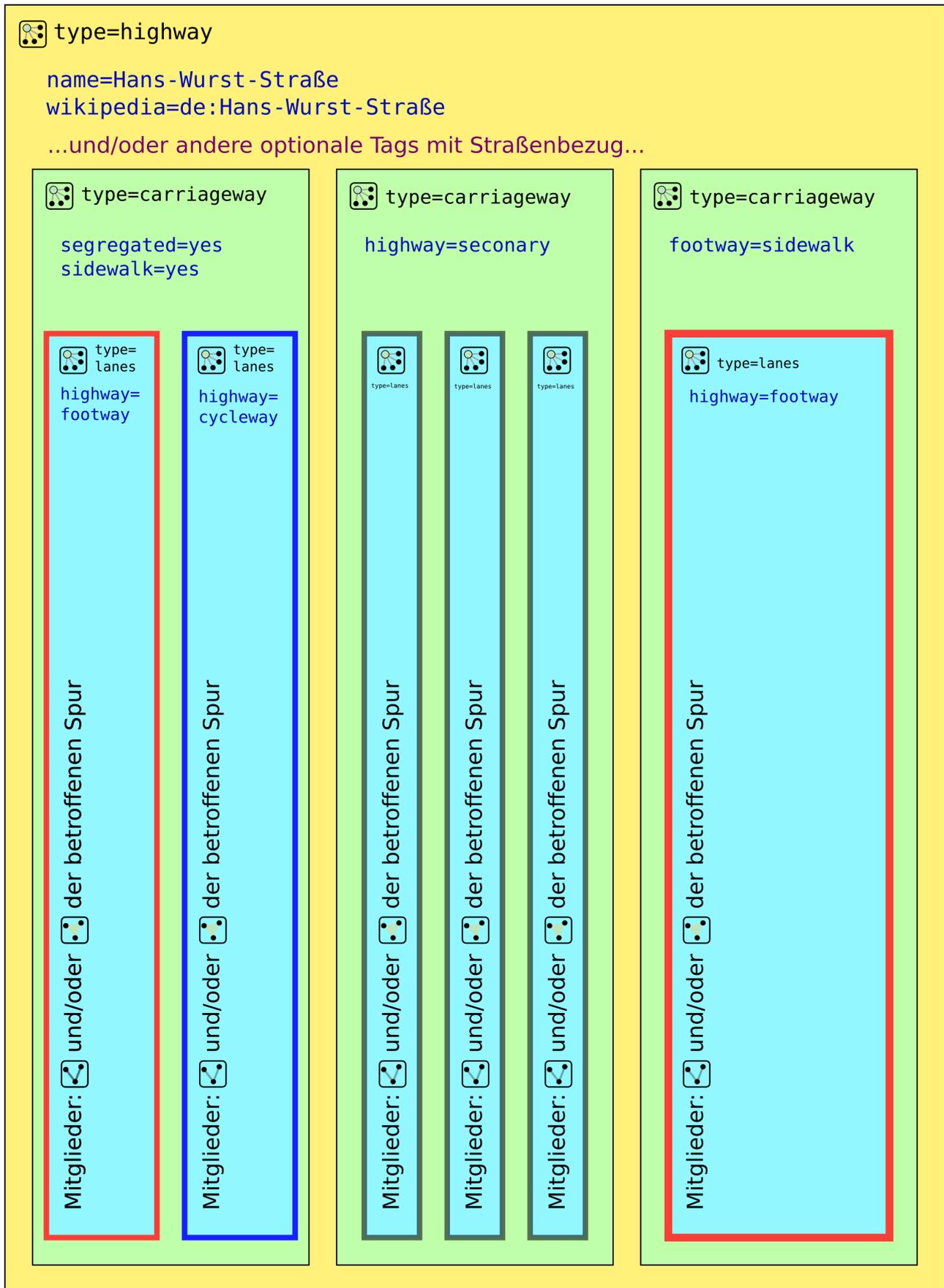
7. Straßenmodell

Das relationsbasierte Straßenmodell sieht die drei Ebenen Straße („type=highway“ (das bessere „type=street“ bzw. „type=lane“ war leider schon weg)), Fahrbahn („type=carriageway“) und Spur („type=lanes“) vor.

Die Straßenrelation ist eine Ansammlung aller Fahrbahnen, die die Straße bilden, z.B. in Deutschland den gleichen Namen haben. Das betrifft auch Weiterführungen der Straße an Kreuzungen, wo z.B. die eine Fahrbahn „highway=secondary“ und die andere Fahrbahn „highway=primary“ ist. Die angrenzenden Fahrbahnen von Bürgersteigen und sonstigen Straßenbestandteile sind davon nicht ausgenommen.

Die Fahrbahn-Relationen bestehen, unabhängig von ihrer tatsächlichen Form (z.B. runde Plätze), aus einer oder mehreren abstrakten Spuren, die zusammen eine einheitliche Fläche bilden, in der Regel, weil sie den gleichen Belag besitzen und nicht durch Objekte wie z.B. Bordsteinkanten getrennt sind.

In der jeweiligen Spurrelation befinden sich dann die Linien und/oder Flächen, deren lineare Aneinanderreihung eine durchgängige Spur ergeben. Durch die direkt angrenzenden Flächen und Linien kann dann das Objekt Spur durch die Mitgliedschaft in der Spurrelation die gemeinsamen Übergänge zwischen den Linien bzw. Flächen ermittelt werden. Dabei umfasst eine Spur in der Regel auch die, für die jeweilige Richtung mit relevanten, zwischen den Spuren geteilten Kreuzungsflächen.



 type=lanes
highway=cycleway

Alle blauen Tags sind komplett optional für das Schema.

8. Routing

Hier soll es speziell um das Routing über Flächen bzw. zwischen Flächen und Linien gehen.

Über Mittelpunktbildung der Übergangslinien kann man den Routinggraphen für das Routing über Flächen ermitteln (siehe auch Fall 6).

Bei einem Übergang zwischen Fläche und Linie wird für das Routing der Knoten der an die Fläche anschließenden Linie genommen, der in der Regel die Rolle „via“ in der Übergangsrelation haben sollte.

Damit der Verlauf der Strecke nicht so eckig aussieht, kann man ähnlich wie bei Mareks „Street area“, eine Inperpolation wie z.B. die folgende durchführen.

Von der Lage des errechneten virtuellen Knoten in der Mitte der Übergangsrelationslinie aus, wird die Senkrechte abgetragen, bis sie die Kante der Fläche schneidet. Von dort aus wird dann die Breite bzw. die kürzeste Strecke über die Fläche abgetragen und ggf leicht parallel in Richtung des letzten Startknotens verschoben, so das die Mitte diese Linie („Spurmittellinie“) punktuell über die Fläche vom vorherigen Punkt aus erreicht werden kann, ohne dabei die Flächenkante schneiden zu müssen.

Diese Schritte wiederholt man dann ggf. mehrfach, um einen groben interpolierten Verlauf zu erhalten, der dann z.B. mit Splines noch weiter „rund“ gemacht werden kann.

9. Betrachtung der möglichen Übergänge

Fall 1: Weg folgt anderem Weg an dessen Start-/Endknoten direkt

In diesem simplen Fall folgen zwei Wege einfach aufeinander und sind an einem Knoten in deren Mitte gesplittet. Die Wege und auch alle Flächen nach diesem Modell sollten mit „lane=yes“ getaggt werden, denn Obwohl dies aufgrund der übergeordneten Relationen nicht nötig ist, soll so QA-Tools bei der Prüfung in Bezug auf die andere Logik der Wegeschnittpunkte geholfen werden.

Die Befahrbarkeit bzw. Querungsmöglichkeit der Wege, im 90°-Winkel bezogen auf die jeweilige Wegrichtung, ist für den betreffenden Wegeteilabschnitt (d.h. das jeweilige Wegstück, das zwischen zwei Knoten liegt) mit **<Transport-Modus nach access=*>: forward/backward/left/right=yes/no** am Weg angegeben.

Fall 2a: Weg trifft auf den Verlauf eines anderen Weges

Fall 2b: Weg wird in dessen Verlauf verlassen um auf einen anschließenden Weg zu wechseln

Das Tagging der Wege ist analog zu Fall 1, wobei die Verbindung der beiden Wege an sich als Schnittpunkt im Sinne der Wegrichtung bzw. entgegen der Wegrichtung gilt, also „*:forward=yes/no“ bzw. „*:backward=yes/no“. Um Unterschied zur bisherigen Handhabung bei OSM dürfen die Wege nur dann einen gemeinsamen Knoten haben, wenn dort auch ein Übergang zwischen ihnen möglich ist!

Fall 3a: Übergang von einem Weg auf eine an dessen Wegende direkt anschließende Fläche

Fall 3b: Übergang von einer Flächenkante auf einen, an die Fläche direkt anschließenden Weg

Im Fall 3a) braucht man eigentlich keine crossing-Relation, denn er ist immer eindeutig, d.h. entweder darf man mit der jeweiligen Fortbewegungsart in Wegrichtung vorwärts auf die Fläche rauf oder man darf es nicht. Trotzdem definiere ich hier aufgrund der Einheitlichkeit und damit Einfachheit der Auswertung, hier die Benutzung der crossing-Relationen für den Übergang als zwingend.

Im Fall 3b) ist die Relation sowieso zwingend, da man sonst nicht anhand der Gruppe entscheiden könnte, ob man von der Fläche auf den Weg darf. Der Endknoten des Weges bekommt im Allgemeinen die Rolle „via“ zugewiesen. Der mögliche Übergang ergibt sich aus der Richtung des Verlaufes des, durch die crossing-Relation definierten, Grenzweges.

Fall 4: Indirekter 90°-Übergang zwischen zwei näherungsweise parallel verlaufenden Wegen

Dieser Wechsel stellt üblicherweise den Spurwechsel innerhalb einer Fahrbahn bzw. den Wechsel von einer anderen Fahrbahn der gleichen Straße, wie z.B. dem straßenbegleitenden Fuß-/Radweg, auf die Fahrbahn, zu dessen Überquerung dar.

Bei Darstellung der Spuren als OSM-Weg wird hier durch **<Transport-Modus nach access=*>:left/right=yes/no** angegeben, ob man den Wegteilabschnitt zwischen zwei Wegknoten in 90° zum Wegverlauf nach links oder rechts verlassen darf, um auf die andere Spur zu wechseln.

Um die Komplexität zu begrenzen, ist bei Benutzung der Liniendarstellung des Schemas, nur ein Wechsel zwischen Spuren, die mindestens in der selben Straßenrelation sein müssen, möglich. Wenn man es noch weitreichender braucht, muss man hier dann also auf die reine Flächendarstellung der beteiligte Objekte ausweichen.

Fall 5a: Übergang von einem Weg auf eine Fläche, die mit dem Weg mindestens zwei gemeinsame Knoten teilt

Fall 5b: Übergang von einer Fläche auf einen Weg, der direkt auf mindesten zwei gemeinsamen Knoten an der Flächenaußenkante verläuft

Das ist der klassische Fall wo z.B. die `landuse=*`-Fläche mit dem Weg verbunden ist. In diesem Schema ist aber egal, um was für eine Fläche es sich handelt. Die angrenzenden Flächen können von Nachbarspuren oder -wegen, über Sperrflächen bis hin zu `landuse=*`-Flächen alles sein.

Ob der Übergang zwischen den Flächen mit der jeweiligen Fortbewegungsart erlaubt ist, wird alleine durch die Übergangsrelationen (vom `type=crossing`) festgelegt, fehlen diese, ist der Übergang nicht erlaubt.

In zweiter Linie muss dann natürlich auch die Überquerungsrichtung, die Übergangsgruppe und die Zulassung für die Fortbewegungsart für die betrachtete Übergangsrelation passen, damit dort eine Überquerung überhaupt möglich ist.

Die Fälle sind im Grunde fast analog zum Fall 3a und 3b, nur das diesmal im Fall 5a der Übergang vom Weg aus nach links bzw. rechts erfolgt. Im Fall 5a würde z.B. „*:left=yes“ bzw. „*:right=yes“ am Weg eigentlich ausreichen, nur braucht man auch hier, für den Fall 5b, die crossing-Relation für den Wechsel von der von der Fläche auf den Weg zwingend, so das ich sie auch hier zur Pflicht erkläre, einfach, weil es auch die Auswertung vereinfacht und vereinheitlicht. Hier sollten die QA-Tools also sinnvollerweise auf deren Vorhandensein achten.

In beiden Fällen dieser Übergangsmöglichkeit, und allgemein, hat die Übergangsrelation, auf dem Wegestück zwischen den Rollen „from“ und „to“, immer Vorrang vor den Querungstags am Weg selbst! Evtl. vorhandenen Querungstags am Weg werden also als nicht vorhanden betrachtet.

Die Übergangsrelation, die prinzipiell auch auf alle Wege gesetzt werden kann (hier könnte man das Schema also noch weiter vereinfachen, indem man auf die Wegtags komplett verzichtet (naja, bis auf evtl. eher symbolische Tags, um die Erkennung durch QA-Tools zu vereinfachen)), es in diesem Schema aus dem Grund, das das man evtl. den Wegverlauf nicht nach links oder rechts auf die angrenzenden Flächen verlassen darf, um „direction=forward/backward/bidirectional_fb“ erweitert worden.

Es gibt in diesem Schema grundsätzlich keinen Übergang zwischen einem Weg und einer Fläche, wo noch „Luft“ dazwischen ist, also die Fläche nicht direkt mit dem Weg verbunden ist!

Der Grund dafür ist, das sonst z.B. ein Übergang in prinzipiell beliebiger Entfernung möglich wäre und es nicht den wahren Gegebenheiten in Bezug auf den Übergang entspricht. Das heißt, wenn man z.B. auf einer dreispurigen Fahrbahn die mittlere Spur als Weg und die beiden angrenzenden Spuren als Fläche erfasst, so *müssen* die beiden Randfahrspuren (wenn man keine weiteren Füllflächen einzeichnen will) unbedingt mit der als Linie dargestellten Mittelspur verbunden werden, auch wenn sie dann breiter sind, als in der Realität der Fall ist!

Das ist deshalb so, weil die Liniendarstellung der Spur nur ein schlechter Ersatz (der genaue Kantenverlauf und die Breitenänderungen lassen sich z.B. genauso wenig wiedergeben, wie die korrekte Lage von Objekten (wie z.B. Straßenbahntrassen, Gullideckel, etc.) auf der Fläche) für die reale Fläche ist, die aber z.B. mangels guter Luftbilder in ihrer Ausdehnung nicht immer genau bestimmt werden kann. Aus diesem Grund sollte man auch wo immer möglich die Flächendarstellung verwenden.

Fall 6: Übergang zwischen zwei direkt aneinander angrenzenden Flächen

Die beiden Flächen müssen direkt aneinander grenzen. Die Übergangsrelation verläuft dann jeweils entlang der Grenzlinie zwischen den beiden Teilflächen, wobei die Verlaufsrichtung durch die Rollen „from“ und „to“ bzw. beim Spezialfall des des geschlossenen Ringes („from“= „to“) der Definition (Verlauf im Uhrzeigersinn) vorgegeben wird.

Bei linienhaftem Verlauf des, durch die Übergangsrelation definierten, gemeinsamen Übergangsweges, kann dieser, z.B. durch Mittelpunktbildung, entlang seiner Längenausdehnung auf einen Punkt zurückgeführt werden.

Durch Verbinden der so ermittelten Punkte zwischen den nutzbaren Übergängen, kann dann der Routinggraph für das Routing über die Flächen ermittelt werden.

Bei einem geschlossenen, ringförmigen Übergang kann, z.B. in Himmelsrichtung des dem Ziel am nächsten gelegenen Überganges, per Luftlinie geroutet werden.

Befindet man sich Start oder Ziel auf der Fläche, erfolgt Luftlinienrouting zum ersten/letzten am besten passenden Übergang.